

浅谈高水位复杂地基振动沉管灌注桩 常见缺陷及处理措施

徐朝阳

(丹阳市九曲河枢纽管理处, 江苏 镇江 212322)

摘要: 九曲河水利枢纽地质均为长江冲积平原, 由长江泥沙沉积而成, 因而具有固结差, 土质软, 砂性较高等特点。本文分析了在高水位复杂地基振动沉管灌注桩施工中常见的桩身缩颈、断桩、吊脚桩等缺陷形成原因, 有针对性地采取了降水处理、消除上下土层条件不同对成桩质量的影响及解决拔管过快问题、消除桩间距过小对成桩质量的影响、配料处理等有效措施, 处理措施简便, 经济实用, 质量有保证, 较大地提高了振动沉管灌注桩的优良率。

关键词: 沉管灌注桩; 桩身缩颈; 拔管; 处理措施

中图分类号: TV523 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 12-0032-04

Shallow discussion on common defects and treatment measures of vibration cast-in-place pile under high water level and complex foundation

XU Chaoyang

(Jiuqu River Project Management Office of Danyang, Zhenjiang 212322, Jiangsu)

Abstract: The Jiuqu River water conservancy geology for Yangtze River alluvial plain, the Yangtze River sediment deposition and consolidation, which has poor soil soft, sandy higher. This paper analyzes the causes of common pile complex foundation in the high water level vibration cast-in-place pile in construction of necking, broken pile, suspending pile defects have been taken for treatment, eliminate the soil under rainfall conditions of different influence on the pile quality and solve the problem, extubation too fast and effective measures to eliminate the pile the spacing is too small, the influence of the quality of pile batching processing, treatment is simple, economical and practical, quality assurance, greatly improve the excellent rate of vibration cast-in-place pile.

Key words: cast-in-place pile; pile section reduction; pipe drawing; treatment measures

1 工程概况

九曲河水利枢纽是“治太”十大工程“湖西引排工程”的四大枢纽之一。该工程位于丹阳市丹北镇境内, 北距长江夹江 850 m 的九曲河上, 主要由

泵站(设计流量为 $4 \times 20 \text{ m}^3/\text{s}$ 的轴流泵机组)、节制闸(净跨 $2 \times 12 \text{ m}$)和套闸($190 \times 12 \times 2.5 \text{ m}$)3 座主要建筑物及相应的河道、桥梁工程等组成, 具有流域防洪排涝、灌溉供水、航运、水环境保护等多种功能。闸站结合位于老河道西侧新开河道上,

收稿日期: 2016-09-12

作者简介: 徐朝阳(1975-), 男, 工程师, 主要从事水利工程管理工作。

套闸布置在老河道上, 泵站、节制闸及套闸长江侧闸首由西向东布置于同一横轴线上。九曲河枢纽工程等级为二等大(二)型, 泵站、节制闸和套闸上闸首为二级水工建筑物, 套闸下闸首、闸室、导航墙、翼墙为三级水工建筑物。引河堤防枢纽长江侧为二级, 枢纽内河侧为三级。

站房底板尺寸垂直水流方向 34.6 m, 顺水流方向 27 m, 站底板顶高程 -2.8 m(吴淞高程, 下同), 引河河底高程 -1.0 m。水泵叶轮中心高程 0.0 m, 叶轮中心最小淹没深度 2.1 m。站房共分 4 层, 自下而上分别是: 进水流道层(底板顶高程 -2.8 m, 厚 1.2 m)、出水流道层(底板顶高程 1.2 ~ 1.0 m, 厚 1.0 ~ 0.6 m)、联轴层(底板顶高程 4.6 ~ 5.0, 厚 0.6 ~ 1.0 m)、电机层(板顶 9.8 m, 厚 0.25 m)。

2 地质资料

枢纽工程地质条件基本相同, 均为长江冲积平原, 由长江泥沙沉积而成。较厚的软土(淤质土)固结差, 土质软, 大多夹有薄层砂, 砂性较高, 具薄层水平层理, 水平和垂直方向具不均匀性, 渗透性较好。场地勘探深度内, 从上至下, 土层可分为:

①素填土。褐黄色、灰黄色, 稍湿~湿, 可塑, 夹较多粉细砂, 稍密~中密, 厚 5.5 m, $N=4 \sim 7$ 击, 主要分布于九曲河两岸河堤上。

②粉质粘土(表土层)。褐黄色, 软塑, 湿, 可见螺壳碎屑和植物根须, 局部夹粉砂, 表层 0.3 ~ 0.5 m 为耕植土, 厚 0.8 ~ 2.3 m, $N=3 \sim 4$ 击, 分布于陆上场地上部。

③粉细砂夹淤泥质粉质粘土。青灰色、灰色, 湿, 极松散, 流塑, 含云母片和腐植物, 夹淤泥质粘土, 局部呈互层状, 具薄层水平层理, 厚 2.0 ~ 10.7 m, $N=2 \sim 8$ 击。

④淤泥质粉质粘土夹砂。灰色, 流塑, 湿, 含薄层砂, 具薄层水平层理, 厚 2.6 ~ 10.8 m, $N=1 \sim 3$ 击, 整个场地都有分布。

⑤粉细砂夹淤泥质粉质粘土。青灰色, 湿, 松散~稍密, 含云母片和腐植物, 夹少量淤泥质粉质粘土, 厚 1.6 ~ 9.9 m, $N=3 \sim 15$ 击, 整个场地内都有分布。

⑥粉细砂。青灰色、灰黄色, 湿, 稍密~中密, 含云母片, 较纯, 厚 1.2 ~ 11.1 m, $N=10 \sim 30$ 击, 分布于整个场地内。

⑦粉细砂夹粉质粘土。青灰色, 湿, 稍密, 含

云母片和腐植物, 局部腐植物富集, 夹淤泥质粉质粘土或粉质粘土, 厚 2.2 ~ 8.9 m, $N=10 \sim 15$ 击, 见于 7#、8#、15#、21#、26# 孔。

⑧粉细砂。青灰色, 湿, 稍密~中密, 含云母片, 厚 2.4 ~ 7.05 m, $N=12 \sim 18$ 击, 8、15、16、26# 孔遇见此层。

⑨粉质粘土。灰色、灰黑色, 可塑, 稍湿~湿, 含白色贝壳碎屑和较多有机物, $N=7 \sim 10$ 击, 厚 2.0 ~ 4.0 m, 3#、9#、10#、11#、17# 孔遇见该层。

⑩粉质粘土。灰绿色, 可~硬塑, 稍湿~湿, 可见水孔和少量泥钙质结核, 局部含少量有机物, 厚 1.25 ~ 7.35 m, $N=9 \sim 12$ 击, 场地西南部缺失该层。

⑪粉质粘土夹砂。黄色, 可塑, 湿, 夹黄色细砂, 粉性较大, 局部为粉土, 厚 0.4 ~ 3.8 m, $N=10 \sim 15$ 击, 场地西南部缺失该层, 部分孔未能钻穿此层。

⑫细砂。黄色, 中~密实, 湿, 较纯, $N=20 \sim 30$ 击, 揭露的最大厚度 13.0 m, 仅 17# 孔钻穿此层。

⑬粗砂夹薄层卵砾石层。浅灰色, 湿, 密实, 以粗砂为主, 夹数层薄层卵砾石层, 钻进较困难。粒径: 一般 1.0 ~ 2.0 mm, 最大 20.0 mm; 磨圆好, 分选一般, 成分以石英为主。厚 6.0 m, $N=40 \sim 50$ 击。仅 17# 孔钻穿此层。

⑭含砾中细砂。浅灰色, 湿, 密实, 含砾石, $N > 30$ 击。本次勘探未钻穿此层^[1]。

场地内地下水为半承压水, 勘探期测得稳定地下水位在 4.0 m 左右, 根据水质分析资料, 地下水对混凝土无侵蚀性。

第②层粉质粘土, 为地表相对硬壳层, 工程性质稍差, 可作一般轻型建筑物的地基; 第③层粉细砂夹淤泥质土, 极松散、软弱, 易变形, 含较多有机质, 工程性质差; 第④层淤泥质粉质粘土, 为低强度、高压缩性的软土层, 具水平层理, 水平渗透性较好, 工程性质极差; 第⑤层粉细砂夹淤泥质土, 工程性质一般; 第⑥层粉细砂, 稍密~中密, 较纯, 工程性质较好; 第⑦层粉细砂夹粉质粘土, 工程性质一般; 第⑧、⑨、⑩、⑪、⑫、⑬、⑭层土, 工程性质较好, 但埋藏较深。拟建建筑物的基础位于第④层软土中, 对建筑物的防渗、抗滑稳定及地基处理影响较大。

3 沉管灌注桩施工缺陷主要原因分析

设计基础处理采用振动沉管灌注桩, 桩径选用 $\phi 426$, 桩长 11 ~ 12 m, 桩间距 1.5 ~ 1.6 m, 满

足地基承载力要求。闸站基坑采用管井降水措施,施工选用 DZ60、DZ75 型中频电动振动桩锤沉管桩机,预制混凝土桩尖。

振动沉管灌注桩施工工艺流程:测量放线,确定桩位→沉管成孔,同时制作钢筋笼→终孔验收→安放钢筋笼并固定→灌注混凝土成桩→倒打拔桩^[2]。

(1) 由于土质变化较大,按正常理论计算的深井降水布置系统不能满足施工降水要求,部分位置因有承压水,从而使水位未降到位,致使桩基施工位置粉质软粘土层含水,从而导致在饱和软粘土中沉桩,使土受挤向新浇混凝土,产生缩颈。

(2) 上下土层变化大,土层地质情况复杂,在不同土层混凝土凝固时间不同,容易在上下土层界面处引起缩颈。

(3) 由于拔管过快,振动过少,使出管混凝土量减少,产生缩颈、断桩、吊脚桩。

(4) 由于设计桩净距最小只有 1.05 m (沉管桩施工影响半径为 3 d。d 为桩直径,本工程为 426 mm),现场施工时对相邻桩产生外力挤压,产生缩颈、断桩。

(5) 由于人为、机械等使混凝土受振动和扰动,配料及原材料等不符合要求,产生缩颈、断桩。

4 处理措施

4.1 降水处理措施

在桩基施工区域设置深度为 8 m 的观测井。在桩基施工区域内采用网格法,每 20 m×20 m 布置 1 口 8 m 深观测井。观测井采用 8 m 长的 $\Phi 4$ cm 钢管,管壁开有间距为 5 cm 的 $\Phi 1$ m 透水孔,管底端封闭,管外壁上裹 2 层滤布,具体布置如图 1。

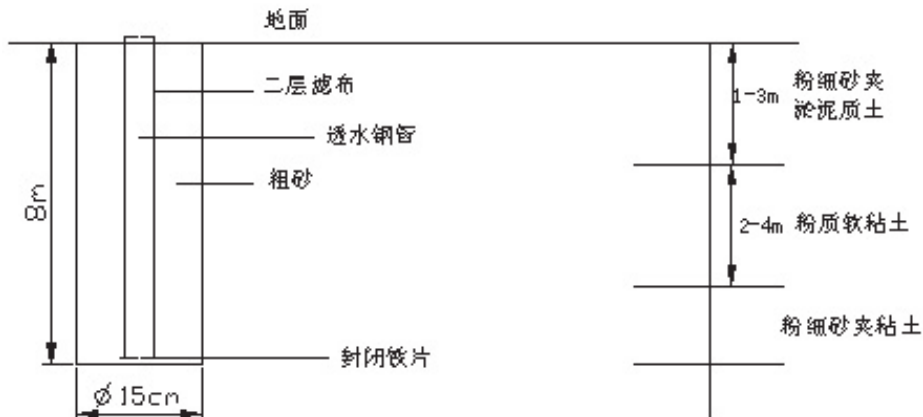


图 1

通过对每口观测井的水位观测,对水位达不到要求的位置,布设轻型井点降水系统,以抽排该局部区域的地下完全承压水。轻型井点采用 8 m 长 $\Phi 4$ cm 钢管,在距观测井 5 m 位置每隔约 1.5 m 布置 1 个井点,最后把观测井四周的井点用支管和总管连接起来用针井泵抽排,在该部位桩施工前 3 d 开始抽排,具体布置如图 2。

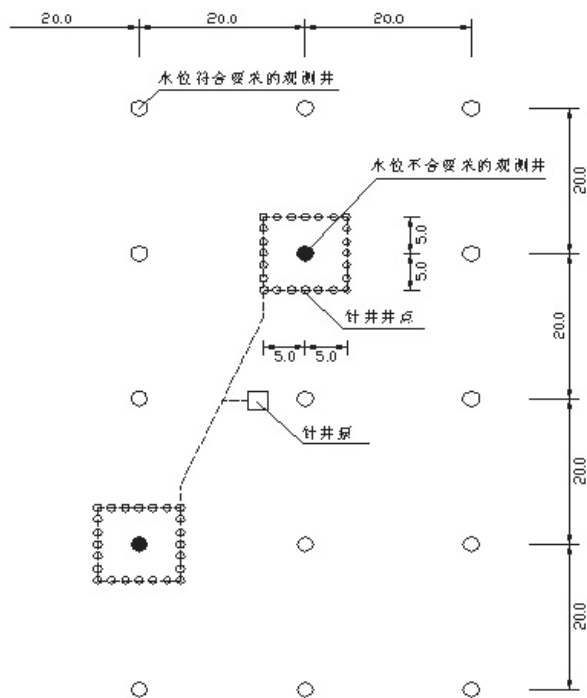


图 2

启用轻型井点降水系统。3 d 后进行观测,实际观测到水位达不到要求的观测井的水位都已降至软粘土底 50 cm 以下。根据现场实际情况,在该位置的桩基施工结束 3 d 后,拆除该处轻型井点降水系统。

4.2 消除上下土层条件不同对成桩质量的影响及解决拔管过快问题

首先, 要求操作工人在拔管过程中, 保持管内有 2 m 以上的混凝土, 发现不足时及时补灌, 用混凝土的自重增加混凝土出管扩散。其次, 要求操作工人在上下土层界面位置, 放慢拔管速度, 用慢抽密振来增加混凝土出管扩散。具体界面位置根据地质资料及现场实际观测而定。界面位置要求拔管速度减为 0.4 m/min。通过以上两种方法并举, 经实际在上下土层界面位置抽检 100 点, 混凝土导管每拔出 1 m, 混凝土下降平均达到了 1.5 m (一般规定大于 1.25 m)^[3], 100 点混凝土下降最小亦达到了 1.34 m, 满足成桩施工质量要求。最后, 控制拔管速度在 0.5 ~ 0.8 m/min, 桩尖处 1.5 m 高度内反插 3 次。拔管时先振动 5 ~ 10 s, 再开始拔管, 边振边拔, 每提 0.5 ~ 0.7 m 停拔, 振 5 ~ 10 s 后再拔管, 如此反复进行直至要求顶高程, 并控制混凝土浇灌高度超过桩顶设计标高 0.7 m。

4.3 消除桩间距过小对成桩质量的影响

采用跳打施工处理, 要求沉管桩机械连续施工至每排桩(每排相邻施工桩间间隔 1 根桩施工)结束, 然后间隔 1 排桩施工。这样每相邻两根已施工(或未施工)的桩间距均扩大了 1 倍多, 最小的亦为 2.5 m, 远远超出了桩施工的影响范围(影响范围一般在 1.5 m 以内)。跳开桩的施工, 规定待相应的已施工桩强度达到 13 MPa 以上方可施工。

4.4 配料处理措施

首灌混凝土时, 先灌 0.3 m³ 的 1:2 水泥砂浆润滑管道, 然后再灌正常混凝土。混凝土坍落度控制在 8 ~ 10 cm 之间, 骨料粒径 ≥ 31.5 mm, 并在混凝土中掺入粉煤灰(每方混凝土内掺入 30 ~ 50 kg)以改善混凝土和易性、粘聚性, 调节混凝土凝结时间。

5 桩基测试

闸、站基础沉管桩共 775 根, 其中节制闸 198 根, 桩长 11 m; 清污机桥 160 根, 桩长 10 m; 泵站 417 根(3 根为补桩), 桩长 11 m。根据检测报告, 闸站

底板沉管桩检测成果如下:

低应变动力法检验桩身完整性, 共抽检 98 根, A 类桩 89 根, B 类桩 9 根, A 类桩占抽检总数的 90.8%^[4]。高应变动力检测单桩极限承载力, 共抽检 32 根, 2 根试桩略低于设计值(补桩处理), 其余 30 根桩均满足 720 kN 的设计要求。静载法检验单桩垂直承载力 1 根, 终止试验荷载 728 kN, 总沉降量 11.77 mm, 单桩极限承载力不小于 720 kN。静载法检验单桩水平承载力 4 根, 均满足设计要求^[5]。

根据水下验收前沉降观测结果, 泵站底板累计沉降 22 ~ 24 mm, 最大沉降差 2 mm; 水闸底板累计沉降 25 ~ 31 mm, 最大沉降差 6 mm, 清污机桥底板累计沉降 9 ~ 10 mm, 最大沉降差 1 mm, 均符合规范要求, 达到了桩基处理的目标^[6]。

6 结语

通过上述措施处理, 不合格桩百分率明显减少, 优良率增加, 很大程度上解决了沉管桩施工缺陷, 且处理措施简便, 经济实用, 质量有保证, 为以后类似工程提供参考。

参考文献:

- [1] 镇江市工程勘察设计勘察院. 湖西引排工程九曲河枢纽工程地质勘察报告[R]. 镇江: 镇江市工程勘察设计勘察院, 2000.
- [2] 张富军, 王西岭. 振动沉管灌注桩几个常见质量问题的分析[J]. 黑河科技, 2003(1): 43-43.
- [3] GB50202-2009, 建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].
- [4] 镇江市基础工程检测研究所. 桩基低应变动力检测报告[R]. 镇江: 镇江市基础工程检测研究所, 2002.
- [5] 江苏省工程勘测研究院岩土测试中心. 桩基高应变动力检测报告[R]. 南京: 江苏省工程勘测研究院岩土测试中心, 2002.
- [6] 江苏省水利建设工程质量检测站. 九曲河枢纽闸站与河道水下工程质量检测报告[R]. 南京: 江苏省水利建设工程质量检测站, 2003.

(责任编辑: 王宏伟)